



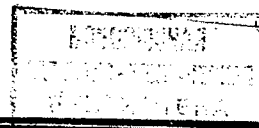
СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1585902 A1**

(51) **5 Н 04 В 7/00**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 4446492/24-09

(22) 11.05.88

(46) 15.08.90. Бюл. № 30

(72) А. Г. Саликов, М. С. Сергеев  
и В. И. Злобин

(53) 621.396.6(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 1059674, кл. Н 04 В 7/00, 1984.

Авторское свидетельство СССР  
№ 562928, кл. Н 04 В 7/00, 1978.

(54) МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ АДАПТИВНАЯ  
СИСТЕМА РАДИОСВЯЗИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

(57) Изобретение относится к технике радиосвязи и может быть использовано в системах радиосвязи КВ и УКВ-диапазонов. Цель изобретения - повышение достоверности приема информации. Система содержит на передающей стороне приемник обратного канала, декодер, дешифратор, команд, блок управления кодированием, блок управления скоростью передачи, блок выбора вида модуляции, блок выбора частоты, блок управления мощностью передачи, блок кодирования, буферный накопитель, блок модуляции, возбудитель и усилитель мощности, на приемной стороне - блок

преобразования частоты, блок демодуляции, блок исключения избыточности, блок выбора частоты, измеритель уровня сигнала, нелинейный элемент, полосовой фильтр, выпрямитель, блок оценки качества приема, блок аналого-цифрового преобразования, блок формирования эталона, первый, второй, третий и четвертый блоки сравнения, буферный блок, дешифратор состояния, первый, второй, третий, четвертый и пятый счетчики, формирователь команд управления частотой, формирователь команд управления мощностью, формирователь команд управления видом модуляции, формирователь команд управления скоростью передачи, формирователь команд управления избыточностью кодирования, блок дешифрации команд, элемент ИЛИ, кодер и передатчик обратного канала. В зависимости от помеховой обстановки в канале связи система допускает перестройку следующих параметров: несущей частоты, мощности излучения, скорости передачи информационных символов, а также вида модуляции и способа кодирования. 2 ил.

Изобретение относится к технике радиосвязи и может быть использовано в системах радиосвязи КВ, УКВ диапазонов частот.

Целью изобретения является повышение достоверности приема информации.

На фиг. 1 и 2 приведены функциональные схемы соответственно передающей

и приемной части многопараметрической адаптивной системы радиосвязи для передачи дискретной информации.

Система содержит на передающей стороне приемник 1 обратного канала, декодер 2, дешифратор 3 команд, блок 4 управления кодированием, блок 5 управления скоростью передачи, блок 6

СССР **SU** (11) **1585902 A1**

выбора вида модуляции, блок 7 выбора оптимальной частоты, блок 8 управления мощностью передачи, тактовый генератор 9, блок 10 кодирования, буферный накопитель 11, блок 12 модуляции, возбудитель 13 и усилитель 14 мощности, на приемной стороне - блок 15 преобразования частоты, блок 16 демодуляции, блок 17 исключения избыточности, блок 18 выбора частоты, измеритель 19 уровня сигнала, нелинейный элемент 20, полосовой фильтр 21, выпрямитель 22, блок 23 оценки качества приема, блок 24 аналого-цифрового преобразования, блок 25 формирования эталона, первый 26, второй 27, третий 28 и четвертый 29 блоки сравнения, буферный блок 30, дешифратор 31 состояния, первый 32, второй 33, третий 34, четвертый 35 и пятый 36 счетчики, формирователь 37 команд управления частотой, формирователь 38 команд управления мощностью, формирователь 39 команд управления видом модуляции, формирователь 40 команд управления скоростью передачи, формирователь 41 команд управления избыточностью кодирования, блок 42 дешифрации команд, элемент ИЛИ 43, кодер 44 и передатчик 45 обратного канала.

Система работает следующим образом.

Приемник 1 обратного канала предназначен для приема команд управления в виде дискретных сигналов. Приемник 1 передает принятые команды управления на декодер 2, который снимает с команд управления кодовую избыточность и передает их на дешифратор 3 команд управления. Дешифратор 3 предназначен для определения по поступающей на его вход команде управления адресов исполнительных блоков 4-8 управления, а также выдачи на их входы сигналов на управление параметрами передачи по радиоканалу. Блок 4 управления кодированием регулирует избыточность и выдает управляющие сигналы на блок 10 кодирования, который предназначен для изменения способа кодирования дискретной информации, поступающей на его вход. Блок 5 управления скоростью передачи информации выдает управляющие сигналы на тактовый генератор 9, изменяя его частоту. Тактовый генератор 9 определяет скорость съема информации в тракт передачи из буферного накопителя 11. Буферный накопитель 11 предназначен для

согласования скорости передачи дискретной информации от источников информации, поступающей через блок 10, с установленной скоростью передачи по каналу. Блок 12 модуляции, возбудитель 13 и усилитель 14 мощности являются узлами радиопередатчика с расширенными возможностями по излучению радиосигналов различного вида и регулируемой мощностью излучения. Блок 6 выбора вида модуляции формирует управляющие сигналы для блока 12 модуляции с целью изменения вида радиосигнала в канале. Блок 7 выбора частоты выдает управляющие сигналы на возбудитель 13 с целью изменений несущей частоты передачи по радиоканалу. Блок 8 управления мощностью передачи выдает управляющие сигналы на усилитель 14 мощности с целью изменения его коэффициента усиления.

Блок 15 преобразования частоты и блок 16 демодуляции представляют собой узлы супергетеродинного радиоприемника с расширенными возможностями по приему радиосигналов различного вида. Блок 15 включает смесители, гетеродины и усилители промежуточных частот, блок 16 демодуляции - набор демодуляторов по используемым видам радиосигналов на приеме. Блок 17 исключения избыточности предназначен для устранения избыточности, заложенной в дискретную информацию блоком 10 на передающей стороне системы радиосвязи. Блок 18 выбора частоты предназначен для анализа помеховой обстановки на частотах рабочего диапазона радиоприемника по соотношению сигнал/шум и выбора оптимальной частоты. Блок 19 измерения уровня сигнала измеряет уровень принимаемого сигнала на установленной несущей частоте. Нелинейный элемент 20, полосовой фильтр 21 и выпрямитель 22 представляют собой в совокупности схему выявления помех, сосредоточенных по спектру с принимаемым радиосигналом. Блок 23 оценки качества приема предназначен для анализа импульсов дискретной информации после блока демодуляторов, например по крайевым искажениям и дроблениям.

Результаты анализа с блоков 18, 19, 22, 23 поступают на блок 24 аналого-цифрового преобразования, который предназначен для преобразования результатов измерения, полученных

блоками 18, 19, 22, 23, из аналоговой формы в цифровую, необходимую для работы последующих блоков системы. Блок 25 формирования предназначен для хранения в дискретной форме данных о допусковых значениях параметров, измеряемых блоками 18-23 и выдачи их на блоки сравнения 26-29. Блоки сравнения 26-29 предназначены для сравнения измеренных значений параметров с эталонными и выдачи управляющих сигналов "Норма" или "Больше нормы" на буферный блок 30. Блок 30 предназначен для запоминания результатов сравнения с блоков 26-29 и передачи их на дешифратор 31 состояния. Дешифратор 31 предназначен для преобразования двоичного кода, поступающего на четыре его входа с блока 30, в управляющие позиционные сигналы на одном из трех его выходов. Временной режим работы дешифратора 31 задается хронизирующим сигналом. Счетчики 32-36 ступеней адаптации предназначены для подсчета количества управляющих сигналов, появившихся на выходах дешифратора 31, и определяют количество градаций изменений параметров передачи (мощности, несущих частот, видов радиосигналов, скоростей передачи информации и способов кодирования).

Формирователи 37, 38, 39, 40, 41 команд на изменение несущей частоты, на изменение мощности излучаемых радиосигналов, на изменение вида модуляции, на изменение тактовой частоты, на введение избыточности формируют по сигналам с дешифратора 31 управляющие дискретные команды на изменение соответствующих параметров передачи по радиоканалу с целью их последующей передачи через элемент ИЛИ 43, кодер 44 и передатчик 45 обратного канала на передающую сторону системы радиосвязи. Формирователи команд 37-41 идентичны по структуре. Выходная команда с формирователей представляется в виде адресной части плюс команды. Например, при семиразрядных управляющих командах с формирователей возможна их следующая структура:

- а) адресная часть:
- 001 - адрес блока 4;
- 010 - адрес блока 5;
- 011 - адрес блока 6;
- 100 - адрес блока 7;
- 101 - адрес блока 8;

б) команды:

0000 - начальная установка (браковка массива частот);

- 5 0001...1111 - команды управления, соответствующие грациям изменений параметров передачи в массивах используемых мощностей излучаемых радиосигналов, несущих частот, видов радиосигнала, скоростей передачи дискретной информации, используемых помехоустойчивых кодов. При этом адресная часть устанавливается для каждого формирователя постоянной, а команда формируется по сигналам со счетчиков 32-36.

- 10 Кодер 44 предназначен для осуществления помехоустойчивого кодирования команд управления с целью достижения требуемой достоверности их передачи по обратному каналу. Блок 42 дешифрации команд предназначен для преобразования команд управления с формирователей 37, 39, 40 и 41 в управляющие сигналы радиоприемным устройством с целью установки заданной несущей частоты на приеме (на блок 15) принимаемого вида радиосигнала и скорости принимаемой информации (на блок 16), способа снятия кодовой избыточности (на блок 17).

В исходном состоянии на передающей и приемной сторонах системы устанавливаются:

- 35 а) массив возможных для работы несущих частот  $f_1, \dots, f_N$  и порядок их изменения от  $f_1$  до  $f_N$  на блоках 13 и 15;
- 40 б) количество ступеней изменения мощности излучаемых радиосигналов от  $P_{\min}$  до  $P_{\max}$  на усилителе мощности 14;
- в) массив возможных для работы видов радиосигналов и порядок их изменения на блоках 12 и 16;
- г) массив возможных скоростей передачи дискретной информации  $V_1, \dots, V_{\max}$  и порядок их изменения на блоках 9, 11 и 16;
- д) массив возможных способов кодирования информации и порядок их применения на блоках 10 и 17;
- е) в блоке 25 записаны в цифровой форме максимально-допустимые значения для заданного количества радиосвязи уровня искажений на выходе блока демодуляции 16 и уровня сосредоточенной помехи на выходе блока 15

и минимально-допустимые значения соотношения сигнал/шум и уровня принимаемого сигнала на входе блока частотных преобразований 15;

ж) счетчики 32-36 установлены в "0", причем каждый из них рассчитан на количество единиц для счета до их переполнения, соответствующее числу градаций в изменении несущих частот в радиоканале (счетчик 32), мощностей излучаемых радиосигналов (счетчик 33), видов работы (счетчик 34), тактовой частоты передачи дискретной информации (счетчик 35), количества используемых помехоустойчивых кодов (счетчик 36).

Вхождение в радиосвязь начинается на первой несущей частоте  $f_1$  из массива возможных для работы частот. На этой частоте передается дискретный информационный сигнал, причем избыточность блоком 10 не вводится, тактовая скорость передачи с буферного накопителя 11 соответствует максимально возможной из массива, используемых для передачи скоростей, вид радиосигнала, формируемый блоком 12, соответствует наименее помехоустойчивому виду из массива видов, используемых для работы, мощность излучения радиосигнала с усилителя 14 - минимальная из всего набора возможных.

На приемной стороне радиосистемы радиосигнал с частотой  $f_1$  проходит тракт радиоприемного устройства, содержащий блоки 15, 16, 17, при этом блоком 18 производится измерение соотношения сигнал/шум, измерителем 19 - уровня принимаемого сигнала, блоки 20, 21, 22 выявляют наличие сосредоточенной по спектру с принимаемым радиосигналом помехи и определяют ее уровень, блок 23 измеряет искажения дискретного сигнала, например краевые. Результаты всех измерений поступают по четырем входам на блок аналого-цифрового преобразования 24, который преобразует их из аналоговой формы в цифровую и передает на входы блоков сравнения 26-29, на вторые входы которых поступают в цифровой форме эталонные значения аналогичных параметров с блока 25. Блоки 26...29 сравнивают с эталонными значениями, поступающими с блока 25, измеренные значения сигнал/шум (блок 26), уровня принимаемого сигнала (блок 27), уровня сосредоточенной по спектру с

сигналом помехи (блок 28), уровня искажений дискретного сигнала (блок 29) и выдают на выходе "единицу", если измеренное значение больше или равно эталонному и "ноль" в остальных случаях. Сигналы, выходящие с блоков схем сравнения устанавливают в единичное или нулевое положение выходы буферного блока 30, после чего поступают на дешифратор 31 состояния по четырем входам в виде кодов 0000...1111. Дешифратор 31 состояния во временные моменты, заданные извне хронизатором, преобразует код состояний радиосвязи, поступающий на его входы, в позиционный код управления на одном из трех его выходов в соответствии с таблицей истинности, и таким образом фактически определяет последовательность работы радиосистемы по изменению параметров и передачи при адаптации.

В соответствии с таблицей истинности, при наличии комбинаций на входах дешифратора 31 0011, 0111, 1011, 1111 (ситуация, когда установленная для работы несущая частота поражена помехой) дешифратор 31 формирует управляющую "единицу" на первом выходе, которая записывается в счетчик 32 и одновременно поступает на вход формирователя 37 команд управления частотой, где вырабатывает управляющую команду. Формирователь 37 выдает на выходе адресную часть блока 7 (например, 100, как описано выше) и управляющую команду (например, 0001). С выхода формирователя 37 управляющая команда в виде комбинации 100 0001 поступает через схему ИЛИ 43 на кодер 44, где осуществляется ее помехоустойчивое кодирование и далее через передатчик 45 обратного канала поступает на передающую сторону системы.

На передающей стороне системы управляющая команда принимается приемником 1 обратного канала, декодируется декодером 2 и поступает на вход дешифратора 3, который по адресной части управляющей команды определяет адрес блока 7 и передает на него команду 0001. Блок 7 по принятой команде устанавливает в возбудителе 13 несущую частоту передачи по радиоканалу, следующую из используемого массива частот, т.е.  $f_2$ . Одновременно с выхода формирователя 37 на приемной стороне системы через блок 42 дешифрации

устанавливается частота  $f_2$  на приеме блоком 15.

На новой несущей частоте  $f_2$  повторяется цикл работы системы по анализу состояний и, если на выходах буферного блока 30 продолжают оставаться комбинации 0011, 0111, 1011 или 1111, дешифратор 31 формирует через формирователь 37 команду 100 0010 на установку частоты  $f_3$ , затем - 100 0011 - на установку  $f_4$  и т.д. до  $f_N$ .

При переборе всех несущих частот из массива возможных для работы счетчика 32, в котором установлено для подсчета количество единиц, соответствующее количеству возможных рабочих частот, переполняется и приводит формирователь 37 в состояние 100 0000. Эта команда передается на передающую сторону системы. В этом случае на передающей и приемной сторонах системы необходимо назначить новый массив рабочих частот и повторить вхождение в радиосвязь на первой из них. Одновременно переполнение счетчика 32 приводит к установке в нулевое состояние счетчиков 32-36.

Если на новой установленной частоте для работы на входах дешифратора 31 отсутствуют вышеперечисленные комбинации состояний (нет сосредоточенной помехи, но возникают комбинации 0000, 0001, 1000 или 1001 (мала мощность передаваемого в радиоканале сигнала), то дешифратор 31 формирует управляющую "единицу" на втором выходе, которая записывается в счетчик 33 и одновременно поступает на вход формирователя команд 38 управления мощностью.

Формирователь 38 выдает на выходе адресную часть блока 8 (например 101, как описано выше) плюс управляющую команду 0001, которая через блоки 43, 44, 45, 1, 2, 3, 8 изменяет на одну ступень мощность передачи усилителя 14, после чего повторяется анализ состояний на входах дешифратора 31. Если при переборе всех возможных мощностей на передачу состояния на входах дешифратора 31 не изменились, счетчик 33 переполняется, сбрасывает в состояние 101 0000 формирователь 38, записывает "единицу" в счетчик 34 и одновременно в формирователь 39 команд управления видом модуляции. Формирователь 39 выдает управляющую команду в виде 011 0001 по цепи: бло-

ки 43, 44, 45, 1, 2, 3, 6, 12, которая изменяет вид радиосигнала в радиоканале. Одновременно с выхода формирователя 39 управляющая команда через блок 42 дешифрации команд устанавливается в блоке 16 соответствующий вид принимаемого радиосигнала. При использовании всех возможных видов работы счетчик 34 переполняется, сбрасывает формирователь 39 в состояние 011 0000 и записывает "единицу" в счетчик 35 и формирователь 40 команд управления скоростью передачи, который формирует команды 0001...1111 с адресом 010 по цепи: блоки 43, 44, 45, 1, 2, 3, 5, 9, 11, изменяя скорость передачи дискретной информации по радиоканалу. Одновременно с формирователя 40 через блок 42 дешифрации устанавливается заданная полоса пропускания тракта радиоприемного устройства в блоке 16. При использовании всех возможных скоростей передачи дискретной информации счетчик 35 переполняется, сбрасывает формирователь 40 в состояние 010 0000 и записывает "единицу" в счетчик 36 и формирователь 41 команд управления избыточностью кодирования, который формирует команды 0001...1111 с адресом 001 по цепи: блоки 43, 44, 45, 1, 2, 3, 4, 10, изменяя способ кодирования дискретной информации. Одновременно с формирователя 41 управляющая команда через блок 42 дешифрации изменяет закон декодирования в блоке 17 на приемной стороне системы. При использовании всех способов кодирования дискретной информации счетчик 36 переполняется, сбрасывает в состояние 001 0000 формирователь 41, одновременно сбрасывает счетчики 33-36 в нуль и добавляет "единицу" в счетчик 32 и формирователь 37, что означает формирование команды по цепи: блоки 37, 43, 44, 45, 1, 2, 3, 7, 13 на установку новой несущей частоты в радиоканале, после чего цикл работы системы по анализу состояний повторяется.

При появлении на входах дешифратора 31 комбинаций 0100, 0101 или 1101 состояние, когда нет помехи, уровень сигнала на приеме в норме, но имеются недопустимые искажения дискретного сигнала) адаптация системы радиосвязи по достижению заданного качества связи начинается с работы счетчика

34 и формирователя 39 ( в этом случае дешифратор 31 выдает управляющую "единицу" по выходу 3) по алгоритму, описанному выше.

Если на установленной несущей частоте на входах дешифратора 31 появляется комбинация 1100 (идеальное состояние связи), то дешифратор 31 на своих выходах не выдает управляющей "единицы" и система связи находится в рабочем состоянии.

Достижимое качество связи в системе задается записью соответствующих эталонов в блок 25. Выбор порядка применения способов адаптации может быть изменен путем применения дешифраторов 31 с различными алгоритмами дешифрования, при этом алгоритм адаптации сам становится адаптивным к данным условиям радиосвязи. Количество градаций изменяемых параметров задается предварительной установкой счетчиков 37-41 на заданное значение счета. Скорость работы системы по изменению параметров передачи при адаптации задается хронизирующим устройством извне, которое определяет моменты работы дешифратора 31 по анализу состояний.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Многопараметрическая адаптивная система радиосвязи для передачи дискретной информации, содержащая на передающей стороне приемник обратного канала и последовательно соединенные блок управления кодированием и блок кодирования, вход которого является информационным входом устройства, а на приемной стороне передатчик обратного канала, последовательно соединенные блок преобразования частоты и блок демодуляции, последовательно соединенные нелинейный элемент, вход которого соединен с выходом блока преобразования частоты, полосовой фильтр и выпрямитель, последовательно соединенные блок выбора оптимальной частоты, вход которого подключен к входу блока преобразования частоты, и измеритель уровня сигнала, отличающаяся тем, что, с целью повышения достоверности приема информации введены на передающей стороне последовательно соединенные буферный накопитель, блок модуляции, возбудитель и усилитель мощ-

ности, последовательно соединенные декодер и дешифратор команд, причем соответствующие выходы дешифратора команд соединены с входом блока управления кодированием через последовательно соединенные блок управления скоростью передачи и тактовый генератор с управляющим входом буферного накопителя, через блок выбора вида модуляции с управляющим входом блока модуляции, через блок выбора частоты с управляющим входом возбудителя, через блок управления мощностью передатчика и с управляющим входом усилителя мощности, выход приемника обратного канала соединен с входом декодера, а на приемной стороне блок исключения избыточности, блок оценки качества приема, блок аналого-цифрового преобразования, первый, второй, третий и четвертый блоки сравнения, выходы которых через последовательно соединенные буферный блок и дешифратор состояния подключены к счетным входам соответственно первого, второго, третьего счетчиков, формирователь команд управления частотой, формирователь команд управления мощностью излучения, формирователь команд управления видом модуляции, формирователь команд управления скоростью передачи, формирователь команд управления избыточностью кодирования, последовательно соединенные элемент ИЛИ и кодер, пятый счетчик, блок формирования эталона и блок дешифрации команд, первый выход которого подключен к управляющему входу блока преобразования частоты, второй и третий выходы блока дешифрации команд соединены с соответствующими управляющими входами блока демодуляции, выход которого подключен к входам блока оценки качества приема и блока исключения избыточности, управляющий вход которого соединен с четвертым выходом блока дешифрации команд, дополнительный выход блока набора частоты, выходы выпрямителя, блока оценки качества приема и измерителя уровня сигнала подключены к соответствующим входам блока аналого-цифрового преобразования, выходы которого соединены с входами соответственно первого, второго, третьего и четвертого блоков сравнения, вторые входы всех блоков сравнения подключены к выходу блока формирования эталона, выход первого счетчика соединен с установоч-

ными входами всех счетчиков и управляющим входом формирователя команд управления частотой, вход которого объединен со счетным входом первого счетчика, управляющими входами второго, третьего, четвертого и пятого счетчиков, управляющим входом формирователя команд управления избыточностью кодирования и соединен с выходом пятого счетчика, счетный вход которого объединен с входом формирователя команд управления избыточностью кодирования, управляющим входом формирователя команд управления скоростью передачи и соединен с выходом четвертого счетчика, счетный вход которого объединен с входом формирователя команд управления скоростью передачи, управляющим входом формирователя команд управления видом модуляции и соединен с выходом третьего счетчика,

счетный вход которого объединен с входом формирователя команд управления видом модуляции, управляющим входом формирователя команд управления мощностью и соединен с выходом второго счетчика, счетный вход которого объединен с вторым входом формирователя команд управления мощностью, выходы формирователя команд управления частотой, формирователя команд управления видом модуляции, формирователя команд управления скоростью передачи и формирователя команд управления избыточностью кодирования подключены к соответствующим входам блока дешифрации команд и соответствующим входам элемента ИЛИ, дополнительный вход которого соединен с выходом формирователя команд управления мощностью, вход передатчика обратного канала подключен к выходу кодера.

Входы				Выходы			Первичное решение
1	2	3	4	1	2	3	
0	0	0	0		1		Мала мощность передатчика
0	0	0	1		1		Мала мощность передатчика
0	0	1	0				Нереальное состояние
0	0	1	1	1			Частота поражена помехой
0	1	0	0			1	Уровень сигнала в норме, но соотношение сигнал/шум мало для данного вида работы
0	1	0	1			1	- " -
0	1	1	0				Нереальное состояние
0	1	1	1	1			Частота поражена помехой
1	0	0	0		1		Мала мощность передатчика
1	0	0	1		1		Мала мощность передатчика
1	0	1	0				Нереальное состояние
1	0	1	1	1			Частота поражена помехой
1	1	0	0				Идеальное состояние связи
1	1	0	1			1	Уровень сигнала в норме, требуется поиск более помехоустойчивых видов работы
1	1	1	1	1			Частота поражена помехой

Состояние входов:

Вход 1: соотношение сигнал/шум

Вход 2: уровень принимаемого сигнала

Вход 3: уровень сосредоточенной помехи

Вход 4: искажения дискретного сигнала

0 - ниже нормы;

1 - норма и выше нормы.

1585902

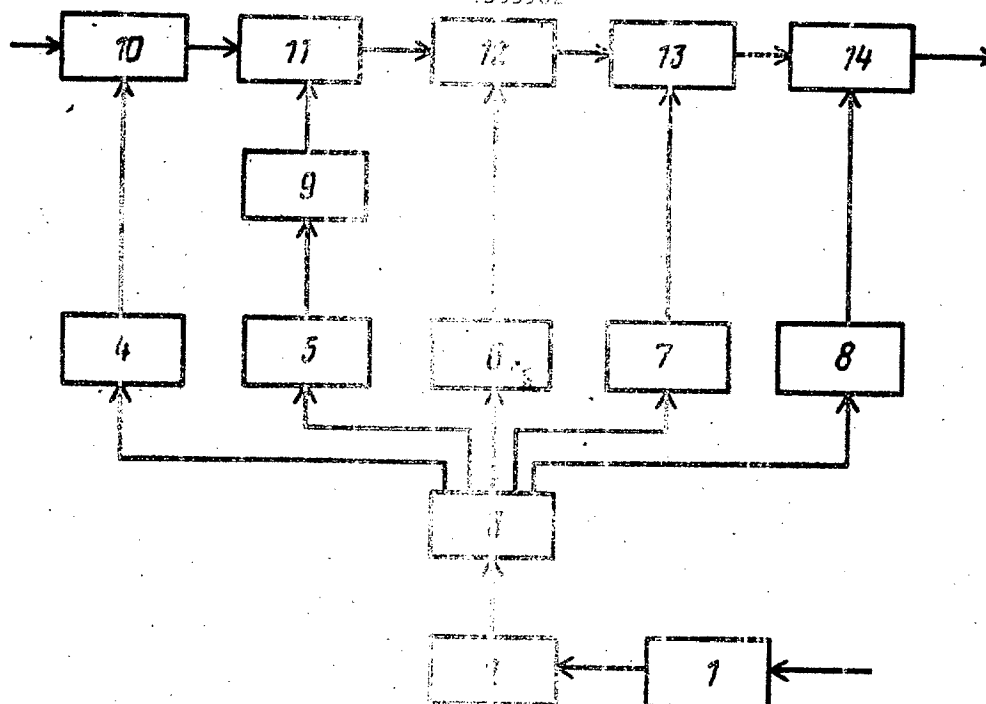


Fig. 1

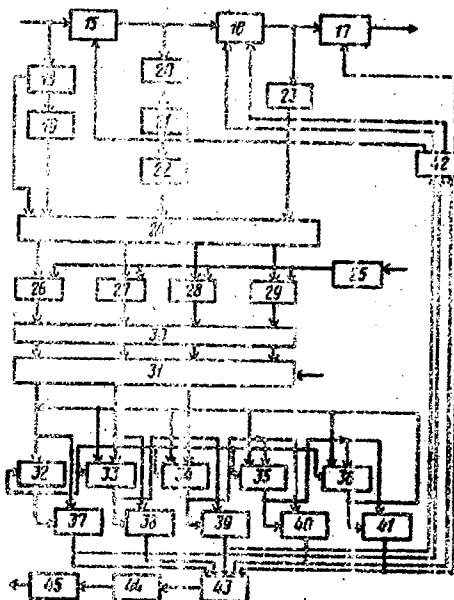


Fig. 2

Редактор А. Лежнина Составитель Н. Королев  
Техред И. Ходянич Корректор О. Кравцова

Заказ 2332 Тираж 530 Подписное  
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101



[emblem] UNION OF SOVIET  
SOCIALIST  
REPUBLICS

STATE COMMITTEE  
ON INVENTIONS AND DISCOVERIES  
UNDER USSR STATE COMMITTEE ON  
SCIENCE AND TECHNOLOGY

(19) SU (11) 1585902 A1

(51) N 04 V 7/00

## DESCRIPTION OF INVENTION FOR INVENTOR'S CERTIFICATE

[illegible stamp]

1

(21) 4446492/24-09  
(22) 05/11/88  
(46) A. G. Salikov, M. S. Sergeyev and V. I. Zlobin  
(53) 621.396.6 (088.8)  
(56) USSR Inventor's Certificate No. 1059674, cl. [classification code] N 04 V 7/00, 1984.

USSR Inventor's Certificate No. 562928, cl. N 04 V 7/00, 1978.

(54) MULTIPARAMETER ADAPTIVE RADIO COMMUNICATIONS SYSTEM FOR TRANSMISSION OF DISCRETE INFORMATION

(57) The invention pertains to radio communications technology and may be used in shortwave and ultra-shortwave radio communications systems. The purpose of the invention is to enhance the reliability of information reception. The system contains on the transmitter side a backward-channel receiver, a decoder, a command descrambler, a coding control unit, a transmission speed control unit, a modulation type selection unit, a frequency selection unit, a transmission level control unit, a

2

coding unit, a buffer storage unit, a modulation unit, a power driver and amplifier; on the receiver side, a frequency converter unit, a demodulation unit, a redundancy elimination unit, a frequency selection unit, a signal level gauge, a nonlinear element, a band filter, a rectifier, a reception quality analysis unit, an analog-digital conversion unit, a reference standard-generating unit, a first, second, third and fourth comparison unit, a buffer unit, a status descrambler, a first, second, third, fourth and fifth meter, a frequency control command driver circuit, a power control command driver circuit, a modulation type control command driver circuit, a transmission speed control command driver circuit, a coding redundancy control command driver circuit, a command descrambling unit, an OR element, a coder and a backward-channel transmitter. Depending on the interference environment in the communications channel, the system allows for the resetting of the following parameters: carrier frequency, radiant power, transmission speed of information characters, modulation type and coding method.

2 ill.

(19) SU (11) 1585902 A1

The invention pertains to radio communications technology and may be used in shortwave and ultra-shortwave radio communications systems.

The purpose of the invention is to enhance the reliability of information reception.

Figures 1 and 2 show functional layouts of

the transmitter and receiver parts of the multiparameter adaptive radio communications system for the transmission of discrete information.

The system contains on the transmitter side a backward-channel receiver 1, a decoder 2, a coding descrambler 3, a coding control unit 4, a

transmission speed control unit 5, a modulation type selection unit 6, an optimum-frequency selection unit 7, a transmission level control unit 8, a clock-signal generator 9, a coding unit 10, a buffer storage unit 11, a modulation unit 12, a power driver 13 and amplifier 14; on the receiver side, a frequency converter unit 15, a demodulation unit 16, a redundancy elimination unit 17, a frequency selection unit 18, a signal level gauge 19, a nonlinear element 20, a band filter 21, a rectifier 22, a reception quality analysis unit 23, an analog-digital conversion unit 24, a reference standard-generating unit 25, a first 26, second 27, third 28 and fourth 29 comparison unit, a buffer unit 30, a status descrambler 31, a first 32, second 33, third 34, fourth 35 and fifth 36 meter, a frequency control command driver circuit 37, a power control command driver circuit 38, a modulation type control command driver circuit 39, a transmission speed control command driver circuit 40, a coding redundancy control command driver circuit 41, a command descrambling unit 42, an OR element 43, a coder 44 and a backward-channel transmitter 45.

The system works as follows.

The backward-channel receiver 1 is designed to receive control commands in the form of discrete signals. The receiver 1 transmits the received control commands to the decoder 2, which removes coding redundancy from the control commands and transmits them to the control command descrambler 3. The descrambler 3 is designed to determine, based on the control command it receives, the addresses of the actuating control units 4-8 and to issue signals to their input terminals for controlling the radio channel transmission parameters. The coding control unit 4 regulates redundancy and issues control signals to the coding unit 10, which is designed to change the coding method for discrete information coming to its input terminal. The transmission speed control unit 5 issues control signals to the clock-signal generator 9, altering its frequency. The clock-signal generator 9 determines the rate of information retrieval to the transmission path from the buffer storage unit 11. The buffer storage unit 11 is designed to coordinate the speed of transmission of discrete information from the sources of information

coming in through unit 10 with the established transmission speed in the channel. The modulation unit 12, the power driver 13 and amplifier 14 are hubs of the radio transmitter with expanded capabilities for emitting different types of radio signals and regulating radiant power. The modulation type selection unit 6 generates control signals for the modulation unit 12 in order to change the radio signal type in the channel. The frequency selection unit 7 issues control signals to the driver 13 in order to change the carrier frequency of transmission in the radio channel. The transmission level control unit 8 issues control signals to the power amplifier 14 in order to change its amplification factor.

The frequency conversion unit 15 and the demodulation unit 16 are hubs of a superheterodyne receiver with expanded capabilities for receiving various types of radio signals. The unit 15 includes intermediate-frequency detectors, heterodynes and amplifiers, while the demodulation unit 16 includes a set of demodulators for detection of the radio signal types that are being used. The redundancy elimination unit 17 is designed to remove the redundancy placed in the discrete information by unit 10 on the transmitter side of the radio communications system. The frequency selection unit 18 is designed to analyze the interference environment in the operating frequency range of the receiver based on signal/noise ratio and the selection of an optimum frequency. The signal level gauge 19 measures the level of the incoming signal at the established carrier frequency. The nonlinear element 20, band filter 21 and rectifier 22 represent in aggregate a circuit for identifying interference concentrated on the spectrum with the incoming radio signal. The reception quality analysis unit 23 is designed to analyze the discrete-information pulses after the demodulator unit—for example, with regard to jitter distortions and mutilations.

The results of the analysis go from units 18, 19, 22 and 23 to the analog-digital conversion unit 24, which is designed to convert the measurements obtained by units 18, 19, 22 and 23 from analog to digital form, which is required for the subsequent system units to work. The

[reference-standard] generating unit is designed to store in discrete form the data on the permissible values of the parameters being measured by units 18-23 and to issue them to the comparison units 26-29. The comparison units 26-29 are designed to compare the measured parameter values with the reference standards and to issue the control signals "Normal" or "Above normal" to the buffer unit 30. Unit 30 is designed to memorize the comparison results from units 26-29 and to transmit them to the status descrambler 31. Descrambler 31 is designed to convert the binary code coming into its four input terminals from unit 30 to control position signals at one of its three output terminals. The time mode of the operation of descrambler 31 is set by a timing signal. The adaptation stage meters 32-36 are designed to count the number of control signals appearing at the output terminals of descrambler 31, and they determine the number of gradations of changes in the transmission parameters (power, carrier frequencies, radio signal types, information transmission speeds and coding methods).

The driver circuits 37, 38, 39, 40 and 41 for the commands to change the carrier frequency, to change the power of the radio signals, to change the modulation type, to change the clock frequency and to introduce redundancy generate discrete control commands, based on the signals from descrambler 31, to change the necessary transmission parameters in the radio channel for the purpose of their subsequent transmission through the OR element 43, the coder 44 and the backward-channel transmitter 45 to the transmitter side of the radio communications system. The command driver circuits 37-41 are identical in structure. The output command from the driver circuits appears in the form of the address portion plus the command. For example, with seven-bit control commands from the driver circuits they may be structured as follows:

- a) address portion:
  - 001 – address of unit 4;
  - 010 – address of unit 5;
  - 011 – address of unit 6;
  - 100 – address of unit 7
  - 101 – address of unit 8;
- b) commands:

0000 – initial settings (rejection of frequency array);

0001...1111 – control commands corresponding to gradations of changes in transmission parameters in the arrays of radio signal levels, carrier frequencies, radio signal types, transmission speeds of discrete information and the interference-resistant codes being used. At the same time, an address portion is established for each driver circuit as a constant, and a command is generated based on the signals from meters 32-36.

The coder 44 is designed to produce interference-resistant coding of control commands in order to achieve the required reliability of their transmission through the backward channel. The command descrambling unit 42 is designed to convert the control commands from driver circuits 37, 39, 40 and 41 to control signals by the radio receiver in order to set the needed carrier frequency at the reception point (to unit 15) for the incoming radio signal type, the speed of the incoming information (to unit 16) and the coding redundancy removal method (to unit 17).

In its initial condition parameters on the transmitter and receiver sides of the system are set as follows:

- a) an array of possible operating carrier frequencies  $f_1, \dots, f_n$  and the sequence of changing them from  $f_1$  to  $f_n$  on units 13 and 15;
- b) the number of stages of change in the power of the radio signals emitted from  $R_{\min}$  to  $R_{\max}$  on the power amplifier 14;
- c) an array of possible operating radio signal types, and the sequence of changing them on units 12 and 16;
- d) an array of possible transmission speeds of discrete information  $V_{\min}, \dots, V_{\max}$  and the sequence of changing them on units 9, 11 and 16;
- e) an array of possible information coding methods and the sequence of their use on units 10 and 17;
- f) unit 25 has stored in it in digital form the maximum permissible values for a preset amount of radio communications [sic] level of distortions at the output terminal of the demodulation unit 16 and the level of concentrated interference at the output terminal of unit 15 and the minimum permissible values for signal/noise ratio and the

level of incoming signal at the input terminal of the frequency conversion unit 15;

g) meters 32-36 are set at "0," and each of them is geared to count the number of units until they overflow that corresponds to the number of gradations of changes in the carrier frequencies in the radio channel (meter 32), the power of the radio signals emitted (meter 33), types of operation (meter 34), the clock frequency of the transmission of discrete information (meter 35) and the number of interference-resistant codes being used (meter 36).

Radio communication begins at the first carrier frequency  $f_1$  in the array of possible operating frequencies. A discrete information signal is transmitted at this frequency, but unit 10 does not add redundancy; the clock speed of transmission from the buffer storage unit 11 is at the maximum possible value from the array used for transmission speeds, the type of radio signal generated by unit 12 is the least interference-resistant type from the array of types used for operation and the power of the radio signal emitted from amplifier 14 is the minimum one from the entire set of possible values.

On the receiver side of the radio system a radio signal with frequency  $f_1$  runs through the path of the receiver, which contains units 15, 16 and 17, while unit 18 measures signal/noise ratio, gauge 19 measures the level of the incoming signal, units 20, 21 and 22 identify any interference concentrated on the spectrum with the incoming radio signal and determine its level, unit 23 measures distortions in the discrete signal, such as jitter. The results of all the measurements go through the four input terminals into the analog-digital conversion unit 24, which converts them from analog to digital form and transmits them to the input terminals of comparison units 26-29, whose second input terminals receive in digital form the reference-standard values of the relevant parameters from unit 25. Units 26...29 compare with the reference values coming from unit 25 the measured values of signal/noise (unit 26), the level of the incoming signal (unit 27), the level of the interference concentrated on the spectrum with the signal (unit 28) and the level of distortions of the discrete signal (unit 29) and issue a "1" at the output terminal if the measured value is above or

equal to the reference value and "0" in other instances. The signals produced by the units in the comparison circuits set the output terminals of the buffer unit 30 at 1 or 0, after which they go to the status descrambler 31 through the four input terminals in the form of codes 0000...1111. At the points in time set from outside by the timer, the status descrambler 31 converts the radio communications status code coming to its input terminals to a position control code at one of its output terminals, based on a truth table, and thereby determine the sequence of the radio system's operation in changing parameters and the transmission during its adaptation.

In accordance with the truth table, when the combinations 0011, 0111, 1011 and 1111 are present at the input terminals of the descrambler 31 (a situation when the carrier frequency set for operation is impaired by interference), the descrambler 31 generates a control "1" at the first output terminal, which is stored in the meter 32 and simultaneously goes to the input terminal of the frequency control command driver circuit 37, where it generates a control command. The driver circuit 37 issues at its output terminal the address portion of unit 7 (such as 100, as described above) and a control command (such as 0001). From the output terminal of driver circuit 37 the control command, in the form of the combination 100 0001, runs through the OR circuit 43 to the coder 44, where it undergoes interference-resistant coding and then, through the backward-channel transmitter 45, goes to the transmitter side of the system.

On the transmitter side of the system the control command is received by the backward-channel receiver 1, is decoded by the decoder 2 and goes to the input terminal of the descrambler 3, which based on the address portion of the control command determines the address of unit 7 and transmits the command 0001 to it. Based on the received command, unit 7 sets in driver 13 the next carrier frequency of the transmission through the radio channel from the array of frequencies being used, i.e.  $f_2$ . Simultaneously, from the output terminal of driver circuit 37 on the receiver side of the system, frequency  $f_2$  is set through the descrambling unit 42 at the receiving point by unit 15.

At the new carrier frequency  $f_2$  the system's operating cycle in analyzing statuses repeats itself, and if the combinations 0011, 0111, 1011 and 1111 remain at the output terminals of the buffer unit 30, the descrambler 31 generates the command 100 0010 through the driver circuit 37 to set frequency  $f_3$ , then 100 0011 to set  $f_4$ , and so on until  $f_n$ .

If all of the carrier frequencies have been used from the array of possible frequencies for the operation of meter 32, which is set to count the number of units equivalent to the number of possible operating frequencies, it overflows and takes driver circuit 37 to the status 100 0000. This command is transmitted to the transmitter side of the system. In this instance, it is necessary on the transmitter and receiver sides of the system to designate a new array of operating frequencies and repeat the start of radio communications at the first of them. Simultaneously, the overflow of meter 32 causes meters 32-36 to be reset at zero.

If at the newly set operating frequency the aforementioned status combinations do not exist at the input terminals of the descrambler 31 (there is no concentrated interference), but the combinations 0000, 0001, 1000 or 1001 arise (the power of the signal transmitted in the radio channel is too low), then the descrambler 31 generates a control "1" at the second output terminal, which is stored in meter 33 and simultaneously goes to the input terminal of the power control command driver circuit 38.

Driver circuit 38 issues at its output terminal the address portion of unit 8 (for example, 101, as described above) plus control command 0001, which changes the transmission level of amplifier 14 by one stage through units 43, 44, 45, 1, 2, 3 and 8, after which the analysis of statuses at the input terminals of descrambler 31 is repeated. If all the possible transmission levels are used up and the statuses at the input terminals of scrambler 31 have not changed, the meter 33 overflows, drops driver circuit 38 to status 101 0000, stores a "1" in meter 34 and simultaneously in modulation type control command driver circuit 39. Driver circuit 39 issues a control command in the form of 011 0001 along the following chain: units 43, 44,

45, 1, 2, 3, 6 and 12, which changes the radio signal type in the radio channel. Simultaneously a control command from the output terminal of driver circuit 39, through descrambling unit 42, sets the appropriate type of incoming radio signal in unit 16. When all possible operating types are used up, meter 34 overflows, drops driver circuit 39 to status 011 0000 and stores a "1" in meter 35 and transmission speed control command driver circuit 40, which generates the commands 0001...1111 with the address 010 along the chain: units 43, 44, 45, 1, 2, 3, 5, 9 and 11, changing the transmission speed of discrete information in the radio channel. Simultaneously a predetermined passband is set from driver circuit 40 through descrambling unit 42 for the path of the radio receiver in unit 16. When all possible transmission speeds of discrete information are used up, meter 35 overflows, drops driver circuit 40 to status 010 0000 and stores a "1" in meter 36 and coding redundancy control command driver circuit 41, which generates the commands 0001...1111 with the address 001 along the chain: units 43, 44, 45, 1, 2, 3, 4 and 10, changing the coding method of discrete information. Simultaneously a control command from driver circuit 41, through descrambling unit 42, changes the decoding law in unit 17 on the receiver side of the system. When all possible coding methods are used up, meter 36 overflows, drops driver circuit 41 to status 001 0000 and simultaneously drops meters 33-36 to zero and adds a "1" to meter 32 and driver circuit 37, which generates a command along the chain: units 37, 43, 44, 45, 1, 2, 3, 7 and 13 to set a new carrier frequency in the radio channel, after which the system's operating cycle in analyzing statuses repeats itself.

When the combinations 0100, 0101 or 1101 appear at the input terminals of the descrambler 31 and there is no interference, the signal level at the receiving point is normal, but there are unacceptable distortions of the discrete signal), the adaptation of the radio communications system in achieving the designed quality of communication begins with the operation of meter 34 and driver circuit 39 (in this instance descrambler 31 issues a control "1" through output terminal 3) according to the algorithm described above.

If the combination 1100 appears at the output terminal of the descrambler 31 at the set carrier frequency (the ideal communication status), the descrambler 31 does not issue a control "1" at its output terminals and the communications system is operational.

The quality of communications that is sought in the system is defined by storing the appropriate reference standards in unit 25. The selection of the sequence for using the adaptation methods may be changed by using descramblers 31 with different descrambling algorithms, and in the process of the adaptation algorithm itself becomes adaptive to the given radio communications conditions. The number of gradations in the modifiable parameters is assigned by presetting the meters 37-41 to the designated counting level. The system's operating speed in changing transmission parameters during adaptation is set by an outside timing device, which determines the operational timing of the descrambler 31 in analyzing statuses.

#### Formula of the Invention

The multiparameter adaptive radio communications system for the transmission of discrete information, containing on the transmitter side a backward-channel receiver and a series-connected coding control unit and coding unit, whose input terminal is the information input terminal of the device, and on the receiver side a backward-channel transmitter, a series-connected frequency conversion unit and demodulation unit, a series-connected nonlinear element, whose input terminal is connected to the output terminal of the frequency conversion unit, band filter and rectifier, a series-connected optimum frequency selection unit, whose input terminal is connected to the input terminal of the frequency conversion unit, and a signal level gauge, and is distinguished by the fact that, in order to enhance the reliability of information reception, the transmitter side has had added to it a series-connected buffer storage unit, a modulation unit, a power driver and amplifier, a series-connected decoder and command descrambler, where the command descrambler's respective output terminals are connected to the input terminal of the coding

control unit through a series-connected transmission speed control unit and a clock-signal generator to the control input terminal of the buffer storage unit, through the modulation type selection unit to the control input terminal of the modulation unit, through the frequency selection unit to the control input terminal of the driver, through the transmission level control unit and to the control input terminal of the power amplifier; the output terminal of the backward-channel receiver is connected to the input terminal of the decoder, while on the receiver side the redundancy elimination unit, the reception quality analysis unit, the analog-digital conversion unit, the first, second, third and fourth comparison units, whose output terminals through the series-connected buffer unit and status descrambler are connected to the counting input terminals of the first, second and third meters, respectively, the frequency control command driver circuit, the radiant power control command driver circuit, the modulation type control command driver circuit, the transmission speed control command driver circuit, the coding redundancy control command driver circuit, a series-connected OR element and coder, a fifth meter, a reference-standard generating unit and a command descrambling unit, whose first output terminal is connected to the control input terminal of the frequency conversion unit, the second and third output terminals of the command descrambling unit are connected to the respective input terminals of the demodulation unit, whose output terminal is connected to the input terminals of the reception quality analysis unit and the redundancy elimination unit, whose control input terminal is connected to the fourth output terminal of the command descrambling unit; the auxiliary output terminal of the frequency setting unit and the output terminals of the rectifier, the reception quality analysis unit and the signal level gauge are connected to the respective input terminals of the analog-digital conversion unit, whose output terminals are connected to the input terminals of the first, second, third and fourth comparison units, respectively; the second input terminals of all the comparison units are connected to the input terminal of the reference-standard generating unit, the output terminal of the first meter is connected

to the set-up input terminals of all of the meters and to the control input terminal of the frequency control command driver circuit, whose input terminal is combined with the counting input terminal of the first meter, the control input terminals of the second, third, fourth and fifth meters and the control input terminal of the coding redundancy control command driver circuit and is connected to the output terminal of the fifth meter, whose counting input terminal is combined with the input terminal of the coding redundancy control command driver circuit and the control input terminal of the transmission speed control command driver circuit and is connected to the output terminal of the fourth meter, whose counting input terminal is combined with the input terminal of the transmission speed control command driver circuit and the control input terminal of the modulation type control command driver circuit and is connected to the output terminal of the third meter, whose counting

input terminal is combined with the input terminal of the modulation type control command driver circuit and the power control command driver circuit and is connected to the output terminal of the second meter, whose counting input terminal is combined with the second input terminal of the power control command driver circuit; the output terminals of the frequency control command driver circuit, the modulation type control command driver circuit, the transmission speed control command driver circuit and the coding redundancy control command driver circuit are connected to the appropriate input terminals of the command descrambling unit and to the appropriate input terminals of the OR element, whose auxiliary input terminal is connected to the output terminal of the power control command driver circuit; the input terminal of the backward-channel transmitter is connected to the input terminal of the coder.

Input terminals				Output terminals			Initial conclusion
1	2	3	4	1	2	3	
0	0	0	0		1		Low transmitter power
0	0	0	1		1		Low transmitter power
0	0	1	0				Unrealistic status
0	0	1	1	1			Frequency impaired by interference
0	1	0	0			1	Signal level normal, but signal/noise ratio low for this type of operation
0	1	0	1			1	-- " --
0	1	1	0				Unrealistic status
0	1	1	1	1			Frequency impaired by interference
1	0	0	0		1		Low transmitter power
1	0	0	1		1		Low transmitter power
1	0	1	0				Unrealistic status
1	0	1	1	1			Frequency impaired by interference
1	1	0	0				Ideal communication status
1	1	0	1			1	Signal level normal, search for more interference-resistant types of operation required
1	1	1	1	1			Frequency impaired by interference

Status of input terminals:

Input terminal 1: signal/noise ratio

Input terminal 2: level of incoming signal

Input terminal 3: level of concentrated interference

Input terminal 4: distortions of discrete signal

0 - below normal

1 - normal or above normal.

1585902

[See original for image.]

Fig. 2

Editor A. Lezhina      Compiler N. Korolyov  
Technical editor M. Khodanich      Proofreader O. Kravtsova

---

Order 2332      Circulation 530      By subscription  
VNIPI [All-Union Research Institute of Patent Information] of State Committee on Inventions and  
Discoveries under USSR State Committee on Science and Technology  
4/5 Raushskaya Embankment, Moscow, Zh-35, 113035

---

Patent Integrated Production and Publishing Facility, 101 Gagarin St., Uzhgorod